E/CONF.39/A/125
17 Oct.1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : A.3.3.1

UNESCO

L'HYDROGEOLOGIE ET LES CARTES HYDROGEOLOGIQUES COMME BASE DU DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES

Par E. STRETTA,
Département des Sciences exactes et naturelles
de l'UNESCO

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

L'hydrogéologie et les cartes hydrogéologiques comme base du développement des ressources en eaux souterraines.

par E. STRETTA

Département des Sciences exactes et naturelles
de l'UNESCO.

---

1. Introduction

L'importance du problème de l'eau en zone aride est d'autant plus grande que la plupart des pays qui s'inscrivent dans ses limites sont le plus souvent en voie de développement avec une économie presque uniquement basée sur l'agriculture, et une industrie naissante appelée à devenir grosse consommatrice d'eau.

En regard de ce problème, on constate dans ces mêmes pays :

a) Une connaissance générale des ressources en eaux souterraines très rudimentaire et généralement basée sur la pratique de quelques usagers et pour des zones très localisées.

b) Le caractère imprécis et vague de la couverture topographique avec des échelles inadaptées aux besoins de la recherche scientifique ou de la mise en valeur.

c) L'absence ou le caractère sommaire des cartes géologiques générales du pays et l'absence de monographies régionales.

d) La rareté relative de personnes d'un niveau scientifique ou technique acceptable pouvant, soit dresser et cartographier l'inventaire des ressources en eau, soit utiliser de façon rationnelle des cartes spécialisées à grande échelle.

En conséquence, l'accélération du développement économique de ces pays, exigeant une mise en valeur agricole et industrielle rapide face à l'accroissement considérable de la population, ne peut s'accomplir sans que soit dressé un inventaire ou un bilan des ressources naturelles comme par exemple, les disponibilités en eaux de surface et en eaux souterraines.

Pour les eaux souterraines en particulier, qui sont la principale ressource hydrique des pays arides ou désertiques, cet inventaire et ce bilan ne peuvent être réalisés que par la mise en application d'une science

relativement récente, l'hydrogéologie (ou l'hydrologie des eaux souterraines). La représentation graphique de cet inventaire sur une carte matérialise le travail des spécialistes et rend facilement contrôlables et utilisables les données relevées sur le terrain.

2. Importance du rôle de la géologie et des sciences connexes.

i) Le caractère de moins en moins empirique de l'hydrogéologie en fait effectivement une science nouvelle alliant à la rigueur mathématique de l'ingénieur, l'esprit intuitif du naturaliste. Il n'est plus question de recourir comme autrefois au paysan astucieux ou à l'expérience du puisatier local. Les nappes aquifères, exploitées parfois depuis la plus haute antiquité, s'épuisent rapidement avec les moyens modernes d'exploitation et l'intensité des pompages. Il faut trouver chaque jour de nouvelles ressources dans le sous-sol, il faut étudier l'infiltration et le cheminement des eaux, le mode de renouvellement artificiel du naturel des nappes, leurs points de fuite visibles ou occultes, etc...

C'est pourquoi l'eau souterraine doit être envisagée comme très étroitement liée au contexte géologique local et considérée comme une richesse minière ayant la particularité d'être partiellement renouvelable. Il faut donc étudier à partir des structures géologiques les conditions d'emmagasinement, de circulation et de renouvellement de ce fluide, car la géologie des eaux souterraines correspond exactement à la définition de l'eau considérée comme gisement minier.

ii) En effet, comme pour les hydrocarbures ou les gisements minéraux, la recherche et l'exploitation des eaux souterraines, c'est-à-dire en fait les problèmes de bilan hydraulique, de recharge naturelle ou artificielle, d'eaux salées, de pouvoir de rétention ou de transmissivité des terrains etc., ne peuvent être étudiés sans considérer comme primordiale l'étude géologique préalable de la région considérée.

La lithologie, la texture, le comportement tectonique ou mécanique des roches sont les principaux éléments de cette étude qui interviennent en hydrogéologie. Interviennent également l'étude stratigraphique, la sédimentologie ou la géochimie chaque fois qu'il s'agit de différencier, comme en géologie minière et pétrolière, l'extension des couches perméables ou imperméables, leur continuité ou les raisons de leur discontinuité, en un mot tout ce qui permet de déceler la présence des terrains perméables ou imperméables, leurs limites et leurs qualités. On connait l'importance de ces problèmes dans les bassins aréïques du Moyen Orient. Il est aussi possible de découvrir, comme cela fut fait au Sahara avec l'étude des grès albiens, des nappes artésiennes de grande profondeur dont l'existence n'aurait pu être soupçonnée sans une prospection géologique poussée.

iii) Cependant, les seules connaissances géologiques sont insuffisantes. Le spécialiste en eaux souterraines a autant besoin de géologie que de sérieuses connaissances de mathématiques, de physique et de chimie pour expliquer ou comprendre certains phénomènes.

Ces trois disciplines indispensables à toute étude hydrogéologique sérieuse permettent, en effet, grâce à l'hydraulique (hydrostatique et hydrodynamique), grâce aux procédés d'investigation géophysique (qui complètent les yeux et le marteau du géologue), grâce à l'hydrochimie ou la climatologie, non seulement d'établir un bilan intelligent des ressources en eaux souterraines d'un territoire, mais aussi de découvrir de nouvelles ressources ou de sauver des nappes aquifères en voie de disparition. Par exemple, le problème des intumescences de nappes phréatiques, celui des dômes de sels et de superposition de nappes à des charges différentes (problèmes typiques du Maroc et du Mexique) sont autant de cas précis illustrant cette interaction de diverses disciplines.

iv) Des bassins entiers peuvent être revitalisés et voir transformer radicalement leur vie économique si une utilisation rationnelle et planifiée des eaux souterraines, combinée à celle des eaux de surface, notamment pour les besoins industriels, est entreprise par des spécialistes.

Faire un bilan des ressources ne suffit pas et étudier une nappe aquifère dans ses trois dimensions non plus. Connaître l'existence précise de l'eau souterraine ne se justifie que si l'on connait également la tendance évolutive de la nappe et si l'on a la possibilité de diagnostiquer avec le maximum de précision son comportement au cours de l'exploitation. C'est pourquoi, en URSS et au Maroc notamment, une grande importance a-t-elle été accordée à l'évaluation des réserves et à la notion très récente de l'âge géologique d'une nappe, (cas des nappes des calcaires jurassiques au Maroc, au Liban et dans les monts du Taurus en Turquie, où des sources débitant plus d'un m^3 à la seconde méritent d'être exploitées scientifiquement).

On se trouve dès lors bien loin de la prospection empirique de l'eau telle qu'elle se pratique encore dans de nombreux pays où le spécialiste demeure rare, où l'ingénieur comme le géologue sont absorbés par tant de tâches que ce problème est traité de façon trop rapide et superficielle et où les études d'ensemble de bassins ou de grandes nappes font totalement défaut.

3. Les cartes hydrogéologiques et leur importance.

C'est pour remédier à cet état de chose et pour permettre de grouper progressivement les données de base de l'hydrologie superficielle et souterraine que la cartographie des ressources en eau d'une région ou d'un pays est actuellement considérée comme un instrument indispensable de développement économique.

Il faut, bien entendu, en matière d'hydrogéologie, disposer des spécialistes nécessaires ou entreprendre au plus tôt de les former, mais il faut aussi en même temps commencer sans tarder à préparer leurs instruments de travail ou tout au moins leurs bases.

a) Qu'est-ce qu'une carte hydrogéologique? C'est une représentation graphique - sur la base d'une carte topographique et géologique - des ressources en eau de tous ordres, disponibles tant en surface qu'en profondeur, pour un bassin, une province, un pays ou même un continent tout entier.

Les cartes d'ensemble d'URSS ou des Etats-Unis, de même que les cartes spécialisées de Westphalie, des Pays-Bas, du Maroc ou de Tunisie récemment publiées par ces pays donnent une idée de la variété de tels documents.

b) Quelle est la fonction de ces cartes? Il s'agit de mettre en évidence les phénomènes hydrologiques essentiels du territoire qu'elles représentent et concernant notamment l'hydrologie souterraine. De plus, il s'agit de mettre ces phénomènes à la portée de tout utilisateur éventuel dont la profession peut ne pas permettre la lecture d'un rapport hydrogéologique détaillé, car de tels documents s'adressent en particulier aux économistes, aux planificateurs, aux urbanistes, aux autorités locales comme aux agronomes, aux industriels et aux simples exploitants agricoles.

c) Quels sont les types de carte en usage? Ils sont très divers et d'autant plus différents que la confection et la publication de telles cartes viennent à peine de débuter dans quelques pays et qu'une codification des divers types les plus utiles est en cours sous le patronnage d'organisations internationales telles que l'UGGI et de l'UNESCO.

Les cartes de synthèse, les cartes de reconnaissance et les cartes détaillées à grande échelle sont les 3 types qui apparaissent comme les plus fréquents. Les cartes de synthèse et de reconnaissance sont en général établies à des échelles supérieures à 1/200.000 et les cartes détaillées à une échelle inférieure ou égale à 1/100.000.

Bien entendu, on utilise dans la mesure du possible, comme base, des cartes géologiques ou topographiques existantes.

Le mode d'établissement de ces cartes et la légende utilisée représentent un compromis entre la clarté de leur lecture et le nombre d'informations que l'on juge utile d'y représenter.

Des symboles de couleurs différentes groupés sur la carte principale ou répartis sur une série de cartes annexes spécialisées, permettent de représenter la quasi-totalité des informations recueillies sur la présence et le comportement des terrains aquifères ou des nappes qu'ils contiennent.

4. Rôle des cartes hydrogéologiques dans le développement des ressources en eaux souterraines.

Ces documents, sur lesquels figurent donc tout ce qui concerne l'existence de nappes aquifères souterraines (puits, forage, sources, lacs, etc.) la nature chimique et les volumes disponibles des eaux pour les besoins domestiques, agricoles et industriels, représentant un réel progrès sur la monographie régionale qu'il faut compulser et analyser.

Etant de première utilité pour la mise en valeur des ressources en eaux souterraines, ces cartes facilitent considérablement l'établissement de nombreux projets de développement économique pour lesquels le problème de l'eau est souvent l'une des pierres d'achoppement.

Les raisons en sont les suivantes:

i) Les conditions du milieu sont connues. La climatologie et la géographie physique d'une région conditionnent la présence des eaux de surface, mais les eaux souterraines dépendent étroitement de l'existence de structures favorables à leur infiltration et à leur conservation.

Il est donc indispensable de connaître en detail cette structure - grâce au fonds géologique de ces cartes - et les qualités physico-chimiques des roches qui la composent pour apprécier les processus d'infiltration, d'emmagasinement et de circulation des eaux souterraines. La qualité physico-chimique des nappes à développer peut être également présumée.

ii) L'exploitation rationnelle devient possible. Cette exploitation rationnelle n'est en effet possible que si l'on peut équilibrer, en fonction des conditions du milieu, l'utilisation des eaux de surface et des eaux souterraines. Les drainages, les réinfiltrations de nappes, les barrages souterrains, les captages par puits ou forages profonds, toutes ces opérations ne sont possibles que si l'on peut prévoir dans quelles conditions de terrain se fera l'exploitation, pour opérer d'avance avec le maximum de succès et éviter ainsi de nombreux et coûteux déboires. Les exploitations minières en Westphalie, les recharges artificielles de nappes en Californie, les mélanges d'eau douce et saumâtre actuellement étudiés en Israel, sont autant d'exemples de l'utilisation de ces cartes à des fins de mise en valeur rationnelle.

iii) La planification de l'économie est plus réaliste. L'économiste, l'architecte, l'urbaniste et l'industriel ont besoin de savoir, par l'analyse des cartes détaillées à petite échelle, dont certaines sont éditées au 1/50.000, où se trouve l'eau disponible sans attendre de rechercher un spécialiste et de lui confier une étude sur le terrain. C'est seulement au stade de la conception détaillée d'un projet, et non à celui préalable de la planification et des programmes, qu'il interviendra cette fois avec toute l'efficacité désirable et dans un secteur déjà sélectionné où des données scientifiques de base, même provisoires ou fragmentaires, lui permettront d'accélérer son travail.

La carte hydrogéologique aura déjà renseigné au préalable l'utilisateur sur les ressources existantes en fonction des nécessités agricoles, industrielles ou urbaines. Les projets d'alimentation en eau domestique, pour lesquels une planification à long terme doit tenir compte à la fois de l'augmentation de population des centres habités et des ressources disponibles au voisinage des lieux d'utilisation, deviendront plus précis, donc plus réalistes.

Le projet d'alimentation en eau de Casablanca, ceux de Rome ou de Dakar ont été planifiés et réalisés de cette façon.

iv) Les territoires arides peuvent se développer. Quand un pays s'inscrit dans les limites des zones arides (qui comprennent le tiers des terres émergées), une connaissance aussi poussée de l'hydrogéologie des zones à

développer et la cartographie des ressources en eau, même établie sous forme de carte de reconnaissance, représentent un moyen de premier ordre pour lutter contre l'appauvrissement agricole et la désertification progressive que le milieu humain tend naturellement à faire progresser.

L'exemple d'Israel, du Sud Marocain, de l'Australie, de même que celui des immenses territoires arides d'Asie Centrale, d'Arizona ou des hauts plateaux du Mexique, reste probant à cet égard et justifie un effort identique là où l'aridité, non combattue, continue de s'étendre.

5. Conclusion

Il est évident que l'ensemble des ressources naturelles d'un pays ne peut être mis en exploitation rationnelle que par une connaissance parfaite de leur existence, de leur répartition et de leur évolution, en fonction de l'homme ou des conditions du milieu. L'utilisation des ressources hydrauliques fait partie d'une des tâches de première nécessité, dans les pays neufs en particulier, et point n'est besoin de le démontrer. Mais étant donné que l'on a généralement tendance à ignorer plus facilement ce qui se passe à quelques mètres sous nos pieds, qu'à quelques milliers de kilomètres au-dessus de notre tête, les moyens scientifiques de parer à cette ignorance devraient être au moins aussi importants que ceux généreusement employés à d'autres fins, puisqu'il s'agit de subvenir aux besoins vitaux de quelques centaines de millions d'individus.

1055 F - Oct.1962 - 1,000